

OBJECT RECOGNITION SYSTEM

Publication number: JP6231249

Publication date: 1994-08-19

Inventor:

ISEI AKIRA

Applicant:

FUJITSU LTD

Classification:

- international: G01B11/24; G06T1/00; G06T7/60; G01B11/24;
G06T1/00; G06T7/60; (IPC1-7): G06F15/62; G06F15/70;
G01B11/24

- European:

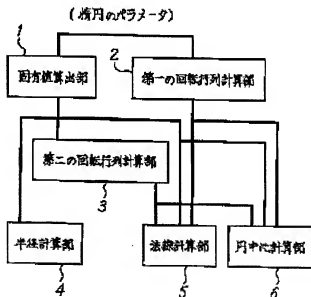
Application number: JP19930017777 19930205

Priority number(s): JP19930017777 19930205

Report a data error here

Abstract of JP6231249

PURPOSE: To accurately recognize an object without being influenced by the distortion of an input picture by calculating the position and direction of the object with the input picture as a perspective picture. **CONSTITUTION:** This object recognition system is provided with a means for detecting an elliptic parameter from an object in a picture, a means for calculating the center position and direction of a circle in a three-dimensional space from the elliptic parameter by perspective projection and a means for calculating the center position and direction of the circle when the radius of the circle is normalized to '1'. An inherent value calculating means 1 finds out an inherent value by means of the 1st and 2nd rotational matrix calculating parts 2, 3. A radius calculating part 4 calculates the radius of the circle by inputting the inherent value. A normal calculating part 5 calculates the normal vector of a plane on which the circle is placed and a circle center calculating part 6 calculates the center position of the circle.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

特開平6-231249

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 8 月 19 日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/70	3 6 0	8837-5L		
G 0 1 B 11/24	K	9108-2F		
// G 0 6 F 15/82	3 8 0	9287-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平5-17777

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 2 月 5 日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 為清 彰

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 本間 崇

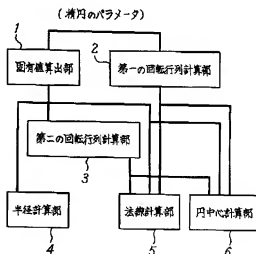
(54) 【発明の名称】 物体認識方式

(57) 【要約】

【目的】 三次元画像より空間中の円の位置と向きを算出するための方式に関し、従来の直交投影画像による物体認識方式を透視投影画像の場合に拡張した物体認識方式を提供することを目的とする。

【構成】 画像中の物体より、楕円パラメータを検出する手段と、楕円パラメータから、三次元空間中の円の中心位置及び向きを透視投影により算出する手段と、円の半径を「1」に正規化したときの円の中心位置及び向きを算出する手段とを具備することにより構成する。

本発明の第一実施例を示す図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】入力画像をデジタル画像に変換し、その画像中に存在する物体を特徴づけるデータを抽出するための画像処理技術であって、
画像中の物体より、楕円パラメータを検出する手段と、
楕円パラメータから、三次元空間中の円の中心位置及び向きを透視投影により算出する手段と、
円の半径を「1」に正規化したときの円の中心位置及び向きを算出する手段とを具備することを特徴とする物体認識方式。

【請求項2】三次元空間中の円の半径を検出する手段と、
物体までの距離を計算する手段とを設ける請求項1記載の物体認識方式。

【請求項3】三次元空間中の物体までの距離を検出する手段と、
円の半径を計算する手段とを設ける請求項1記載の物体認識方式。

【請求項4】画像から二つの楕円パラメータを検出する手段と、
二つの楕円パラメータから、三次元空間中の円の中心位置及び向きを算出する手段と、

$$(x' / r_1)^2 + (y' / r_2)^2 = 1$$

$$x' = (x - x_0) \cos \theta - (y - y_0) \sin \theta$$

$$y' = (x - x_0) \sin \theta + (y - y_0) \cos \theta$$

【0005】このとき、三次元画像中の円の中心は、楕円の中心点 (x, y) の延長上にあり、また、円が乗っている平面は、 θ の方向に $\cos^{-1}(r_2/r_1)$ だけ傾いていると考えられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現実にはカメラが写し出す画像は、レンズの焦点距離に比べてかなり遠方の物体を写すのでもない限り、当然ながら、カメラに近づけば大きく、遠ざかれば小さく写る性質を持つ。一般的にはこの効果による画像の歪みを無視することはできないが、上記従来技術は、この点を全く無視したものであり、問題であった。

【0007】本発明は、このような従来の問題点に鑑みて為されたものであり、カメラ等が捉える画像は、直交投影画像よりもむしろ透視投影画像であることに着目し、従来の直交投影画像による物体認識方式を透視投影画像の場合に拡張した物体認識方式を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上述の目的は、前記特許請求の範囲に記載した手段にて達成される。

【0009】すなわち、請求項1の発明は、入力画像を

2

*二つの空間中の円の位置及び向きを比較し、統合する手段とを設ける請求項1〜3いずれかに記載の物体認識方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三次元画像より空間中の円を認識する、つまり円の位置と向きを算出するための方式に関する。

【0002】カメラ等によって写し出される画像の中から特定の物体を検出し、その画像データを機械に処理させるに至るまでには、様々な高度技術が要求される。特に、機械に画像中の物体を認識させる場合には、画像そのものが持つ歪みも考慮する必要があるが、従来の物体認識方式は、その点で不完全なものであった。

【0003】

【従来の技術】三次元画像中に存在する円周の直交投影画像から、その円の向き及び円の中心位置を検出するための方式は従来より存在していた。例えば、適当な直交座標系を用いて、画像中の楕円が次のように表わせること

【0004】

【数1】

デジタル画像に変換し、その画像中に存在する物体を特徴づけるデータを抽出するための画像処理技術であって、画像中の物体より、楕円パラメータを検出する手段と、楕円パラメータから、三次元空間中の円の中心位置及び向きを透視投影により算出する手段と、円の半径を「1」に正規化したときの円の中心位置及び向きを算出する手段とを具備する物体認識方式である。

【0010】また、請求項2の発明は、三次元空間中の円の半径を検出する手段と、物体までの距離を計算する手段とを設ける物体認識方式であり、請求項3の発明は、三次元空間中の物体までの距離を検出する手段と、円の半径を計算する手段とを設ける物体認識方式である。

【0011】また、請求項4の発明は、画像から二つの楕円パラメータを検出する手段と、二つの楕円パラメータから、三次元空間中の円の中心位置及び向きを算出する手段と、二つの空間中の円の位置及び向きを比較し、統合する手段とを設ける物体認識方式である。

【0012】

【作用】いま、XYZ空間中に、原点を焦点とするスクリーン平面 $Z=1$ を考え、そのスクリーン平面 $Z=1$ 上の座標を、

$$x = X/Z,$$

3

$y=Y/Z$ 、

とする。

【0013】三次元空間中に、

中心: (X_0, Y_0, Z_0) 、

半径: r 、

円が乗っている平面の法線ベクトル: (n_x, n_y, n_z) 、

の円が有るとする。

【0014】そして、その円周のスクリーン平面上への投影像が、

$$ax^2 + 2bxy + cy^2 + 2dx + 2ey + f = 0$$

なる楕円を描くとする。

【0015】このとき、円周と焦点を通る直線群で張られる曲面は、図1に示すように、

齊次二次曲面: $VAV=0$ 、

である。

【0016】但し、

【0017】

【数2】

$$A = \begin{pmatrix} a & b & d \\ b & c & e \\ d & e & f \end{pmatrix}$$

$$V = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

【0018】である。

【0019】この楕円より、元の三次元空間中の円の諸パラメータを求めることを考える。そのために、まず原点を中心として空間中の円を三次元的に回転させて、空間中の円が、スクリーン平面“ $Z=1$ ”に平行になるようにすることを考える。

【0020】このとき、明らかにスクリーン平面“ $Z=1$ ”上への投影像も円になるので、空間中の円の中心の*

$$R_2 = \begin{pmatrix} c & 0 & -s \\ 0 & 1 & 0 \\ s & 0 & c \end{pmatrix}$$

$$c = \{ (\lambda_2 - \lambda_3) / (\lambda_1 - \lambda_3) \}^{1/2}$$

$$s = \pm \{ (\lambda_2 - \lambda_3) / (\lambda_1 - \lambda_3) \}^{1/2}$$

【0029】である。

【0030】このとき、スクリーン平面上の円は、中心: $(\pm \{ (\lambda_1 - \lambda_3) / (\lambda_2 - \lambda_3) \}^{1/2} / \lambda_2, 0)$ 、

半径: $(-\lambda_1 \lambda_2)^{1/2} / \lambda_2$ 、

である。

【0031】空間中の円は、図3に示すようにスクリー

4

*方向と円が乗っている平面の法線ベクトルとは容易に求まる。これらのパラメータに対して、逆方向への回転を行なう変換を施せば、元の円の諸パラメータが求まる。

以下、具体的な方法を示す。

【0021】まず、直交変換 $[V' = R_1 V]$ で、行列 A を次のように対角化する。この変換によって画像中の楕円は、図2に示すように、スクリーン平面の原点を中心とし、長軸が Y 軸に一致する楕円に変換される。

【0022】

【数3】

$$A' = R_1 A R_1^{-1} \\ = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{pmatrix}$$

【0023】但し、 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ は固有値であり、 $\lambda_1 > \lambda_2 > 0 > \lambda_3$ の不等式を満たすものとする。

【0024】次に、 Y 軸周りの回転 R_2 を行なって、

【0025】

【数4】

$$A'' = R_2 A' R_2^{-1} \\ = \begin{pmatrix} \mu & 0 & \sigma \\ 0 & \mu & 0 \\ \sigma & 0 & \rho \end{pmatrix}$$

【0026】という形にしてやれば、齊次二次曲面は、

$$\mu (X^2 + Y^2) + 2\sigma XZ + \rho Z^2 = 0$$

となるので、スクリーン平面“ $Z=1$ ”上への投影像は、図3に示すように、円になる。

【0027】このような回転 R_2 は

【0028】

【数5】

ン平面上の円の延長上に有り、スクリーン平面と平行である。従って、空間中の円は、

法線ベクトル:

【0032】

【数6】

$$\begin{pmatrix} n'_x \\ n'_y \\ n'_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

*【0033】円の中心：
【0034】
【数7】

$$\begin{pmatrix} X'_0 \\ Y'_0 \\ Z'_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \pm \{-(\lambda_1 - \lambda_2)^{1/2} (\lambda_1 - \lambda_2)^{1/2} / \lambda_2\} \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

【0035】円の半径：

$$(-\lambda_1 \lambda_2)^{1/2} / \lambda_2$$

となる。

【0036】ところで、三次元空間中の円の中心位置までの距離や半径の絶対的な大きさは不定である。しかし、円の中心位置までの距離とその半径の比は定まる。この比は、空間中の円の円のパラメータに対して、逆変換 $R_1^{-1} \cdot R_2^{-1}$ を施すことで得られる。

【0037】

【数8】

$$e_1 = \begin{pmatrix} (R_1)_{11} \\ (R_1)_{12} \\ (R_1)_{13} \end{pmatrix}$$

$$e_2 = \begin{pmatrix} (R_1)_{21} \\ (R_1)_{22} \\ (R_1)_{23} \end{pmatrix}$$

$$e_3 = \begin{pmatrix} (R_1)_{31} \\ (R_1)_{32} \\ (R_1)_{33} \end{pmatrix}$$

【0038】とすると、 e_1 は固有値 λ_1 に対応する単位固有ベクトルである。

【0039】よって、三次元空間中の円のパラメータは、

$$\text{法線ベクトル: } n = \pm s e_1 + c e_3,$$

$$\text{中心: } V_0 = \pm (\lambda_3 / \lambda_2) s e_1 + (\lambda_1 / \lambda_2) c e_1,$$

$$\text{半径: } (-\lambda_1 \lambda_2)^{1/2} / \lambda_2,$$

となる。

【0040】ところが、この方法では、相似の違いは判らず、物体までの距離と半径の間には定数倍の不定性が残って絶対的な距離は求まらない。そこで、円の半径を1と置く、

$$\text{円周の中心: } \pm (\lambda_3 / \lambda_1)^{1/2} s e_1 + (-\lambda_1 / \lambda_2)^{1/2} c e_3,$$

$$\text{法線ベクトル: } \pm s e_1 + c e_3,$$

となる。

10 【0041】次に、直円錐台のように軸を共有する2つの円を持つ物体を写す画像の中から、その物体の形状を認識することを考える。

【0042】画像中に2つの楕円が写っているのであれば、上記の方法により、2つの円の空間中の位置及び法線ベクトルを算出できる。軸を共有している筈であるから、2つの法線ベクトルに関しては各々平均をとるのが望ましいであろう。

【0043】また、2つの軸の位置ができるだけ近づくようにスケールを選ぶことにより、相対的なスケールを算出する。また2つの円が乗っている平面間の距離も算出できる。このようにして物体の形状に関する情報を算出する。

【0044】

【実施例】上記の方法で、諸パラメータを計算する方式例を図4に示す。図4において、固有値算出部1は、上記の固有値 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 を求めるものであり、第一の回転行列計算部2は、上記 R_1 を、また、第二の回転行列計算部3は、上記 R_2 を計算するものである。

【0045】また、半径計算部4は、固有値 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 を与えられて、円の半径を計算するものであり、法線計算部5は、円が乗っている平面の法線ベクトルを、また、円中心計算部6は、円の中心位置を計算するものである。

【0046】図5に本発明の第二の実施例の構成を示す。図5において、入力部10は入力画像をデジタル画像に変換し出力するものであり、前処理部11は、スムージング・細線化・閾値フィルタ・微分等を適切な組み合わせで行ない、雑音等を除去するものであり、また、楕円検出部12は、画像の中から楕円をなす点列を選び出すものである。

【0047】楕円パラメータ検出部13は、選び出された点列の形状に最も良く適合する二次曲線の係数算出するものであり、円位置方向検出部14は、二次曲線の係数から三次元空間中の円の中心の位置及び円が乗っている平面の向きを算出するものである。但し、半径は「1」に正規化しておくこととする。

【0048】図6は、本発明の第三の実施例の構成を示す図である。図中、入力部20、前処理部21、楕円検出部22、楕円パラメータ検出部23、及び円位置方向検出部24は、第二の実施例において同一の名称で説明

7

したものと同様のものである。

【0049】図6の第三の実施例では、前記第二の実施例に加えて半径検出部25を設けることによって、半径の情報を与えている。さらに、絶対位置算出部26を設けることによって、三次元空間中の円の中心の位置を不定性なしに算出している。

【0050】図7は、本発明の第四の実施例の構成を示す図である。図中、入力部30、前処理部31、楕円検出部32、楕円パラメータ検出部33、及び円位置方向検出部34は、第二の実施例において同一の名称で説明したものと同様のものである。

【0051】図7の第四の実施例では、前記第二の実施例に加えて物体距離検出部35を設けることによって、円の中心位置の情報を与えている。さらに、半径絶対位置算出部36を設けることによって、三次元空間中の円の半径を不定性なしに算出している。

【0052】図8は、本発明の第五の実施例の構成を示す図である。三次元空間中に軸を共有する2つの円を持つ物体が置かれた場合、画像には2つの楕円が写る。第五の実施例では、楕円パラメータ検出部43、44と円位置方向検出部45、46とをそれぞれ2つずつ設けることによって、2つの楕円を同時に処理できるようにしている。

【0053】なお、図8において、入力部40、前処理部41、楕円検出部42、楕円パラメータ検出部43、44、及び円位置方向検出部45、46は、第二の実施例において同一の名称で説明したものと同様のものである。また、物体形状認識部47は、物体の形状を認識し、出力するものである。

【0054】図9は、本発明の第六の実施例の構成を示す図である。第六の実施例では、前記第五の実施例に加えて半径検出部58を設けることによって、半径の情報を与えている。よって、物体形状認識部57は、物体の形状を大きさまで含めて認識することができる。

【0055】なお、図9において、入力部50、前処理部51、楕円検出部52、楕円パラメータ検出部53、54、及び円位置方向検出部55、56は、第五の実施

8

例において同一の名称で説明したものと同様のものである。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、入力画像を直交投影画像としてではなく透視投影画像として物体の位置及び向きを計算しているため、入力画像の歪みによる影響を受けることなく、正確な物体認識を行なうことができるという効果を奏し、画像処理技術の発達に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の原理説明図である。

【図2】本発明の第二の原理説明図である。

【図3】本発明の第三の原理説明図である。

【図4】本発明の第一の実施例を示す図である。

【図5】本発明の第二の実施例を示す図である。

【図6】本発明の第三の実施例を示す図である。

【図7】本発明の第四の実施例を示す図である。

【図8】本発明の第五の実施例を示す図である。

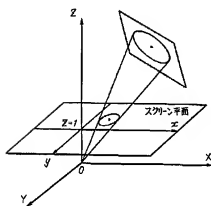
【図9】本発明の第六の実施例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 固有値算出部
- 2, 3 回転行列計算部
- 4 半径計算部
- 5 法線計算部
- 6 円中心計算部
- 10, 20, 30, 40, 50 入力部
- 11, 21, 31, 41, 51 前処理部
- 12, 22, 32, 42, 52 楕円検出部
- 13, 23, 33, 43, 44, 53, 54 楕円パラメータ検出部
- 14, 24, 34, 44, 45, 46, 55, 56 円位置方向検出部
- 25, 58 半径検出部
- 26 絶対位置算出部
- 35 物体距離検出部
- 36 半径絶対位置算出部
- 47, 57 物体形状認識部

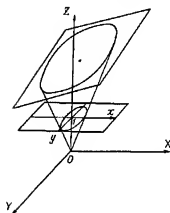
【図1】

本発明の第一の原理説明図



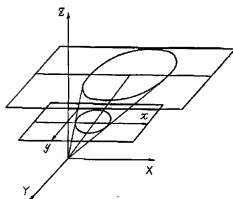
【図2】

本発明の第二の原理説明図



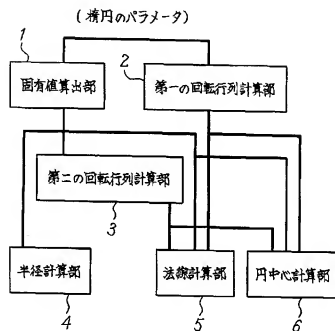
【図3】

本発明の第三の原理説明図



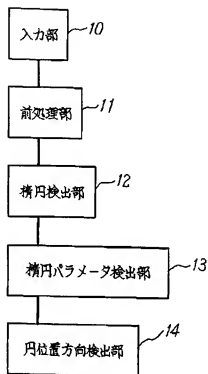
【図4】

本発明の第一実施例を示す図



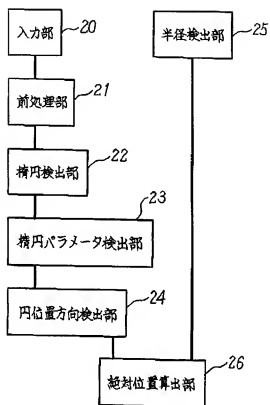
【図5】

本発明の第二実施例を示す図



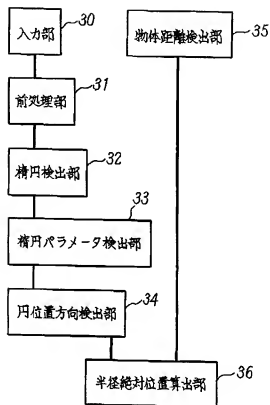
【図6】

本発明の第三実施例を示す図



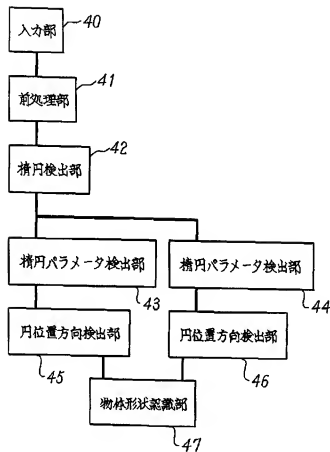
【図7】

本発明の第四実施例を示す図



【図8】

本発明の第五実施例を示す図



【図9】

本発明の第六実施例を示す図

